

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 1 年   4 月 2 5 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 1 - 1 2 7 5 5 1  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 1 - 1 2 7 5 5 1 ]

出      願      人            株 式 会 社 ニ コ ン  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   7 月 3 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 0 6 2 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 0100456

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01S 17/10

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン  
                                内

    【氏名】 稲葉 直人

【特許出願人】

    【識別番号】 000004112

    【氏名又は名称】 株式会社ニコン

    【代表者】 吉田 庄一郎

【代理人】

    【識別番号】 100094846

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 細江利昭

    【電話番号】 (045)411-5641

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 049892

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9717872

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光電変換回路及びレーザ測距装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アバランシェフォトダイオードを用いた光電変換回路であって、当該アバランシェフォトダイオードに印加する逆バイアス電圧を調整する逆バイアス電圧調整部と、当該アバランシェフォトダイオードに流れる電流を測定する電流測定部と、前記逆バイアス電圧を調整し、当該アバランシェフォトダイオードに所定電流が流れる逆バイアス電圧（基準逆バイアス電圧）を検出する基準逆バイアス電圧検出部と、光電変換時に前記アバランシェフォトダイオードに印加する逆バイアス電圧を、前記検出された基準逆バイアス電圧に所定比を掛けた電圧に調整する逆バイアス電圧設定部とを有することを特徴とする光電変換回路。

【請求項 2】 測定対象物に向けてレーザ光を放射し、レーザ光を放射したタイミングと、測定対象物から反射したレーザ光が受光されたタイミングの時間差を測定することにより、測定対象物までの距離を測定するレーザ測距装置であって、測定対象物から反射したレーザ光の受光を検出する回路が、請求項 1 に記載の光電変換回路を有することを特徴とするレーザ測距装置。

【請求項 3】 前記逆バイアス電圧設定部を、測定開始の前毎、又は装置の電源が入ったとき毎に作動させることを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ測距装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光を電気信号に変換する光電変換回路、及びそれを利用したレーザ測距装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

測定対象物に向けてレーザ光を放射し、レーザ光を放射したタイミングと、測定対象物から反射したレーザ光が受光されたタイミングの時間差を測定すること

により、測定対象物までの距離を測定するレーザ測距装置は、比較的遠距離にある測定対象物までの距離を精度良く測定できる装置として、測量等に広く用いられている。

### 【0003】

このようなレーザ測距装置においては、測定対象物までの距離が遠くなるに従い、反射光の強度が弱くなるので、微弱な光を高感度で検出する必要がある他、非常に短い時間を正確に検出する必要がある。このような要求に応える光電変換素子としてアバランシェフォトダイオードが用いられている。

このように、アバランシェフォトダイオードは、微弱な光を高感度（高増幅度）で、しかも高応答速度で検出する必要がある場合に多く用いられている。

### 【0004】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、アバランシェフォトダイオードは、その高感度の故に、安定性に欠けるという問題点を有している。すなわち、一定の強度の光に対して流れる電流の割合（電流増倍率という）は、印加される逆バイアス電圧で決定される。また、印加される逆バイアス電圧が逆降伏電圧（ブレイクダウン電圧）に近くなると電流増倍率は急激に大きくなる傾向を有する。よって、光検出感度を上げるためには、印加される逆バイアス電圧を逆降伏電圧に近い電圧で使用することが好ましい。

### 【0005】

ところが、逆降伏電圧は、温度の影響により変化する。よって、逆バイアス電圧を逆降伏電圧に近い電圧とすると、逆降伏電圧の変化によって、電流増倍率が大きく変化することになる。

### 【0006】

この様子を図5に示す。図5は逆バイアス電圧と電流増倍率（一定の光が入ったときに流れる電流の大きさを示す値）の関係を示す図である。これらの関係が実線で示すような関係にあるとき、逆バイアス電圧が $V_0$ に設定されていると、電流増倍率は $\alpha_0$ となる。ところが、逆降伏電圧の変化によりこれらの関係が破線で示すように変化すると、電流増倍率は $\alpha_0'$ に変化してしまう。

## 【0007】

このようなことが起こると、レーザ距離測定装置に使用して、測定対象物からの反射光を検出する場合、反射光量に依存せずに検出器からの出力が変化してしまい、受光される反射光の測定タイミングに誤差を生じたり、甚だしい場合には、測定ができなくなることがある。

## 【0008】

そのため、アバランシェフォトダイオードを安定して作動させるために、従来は検出装置内の温度を一定に保つような装置を付属したり、アバランシェフォトダイオードの電流増倍率の低い領域で使用していた。前者の場合は、温度を一定に保つ装置が必要な分だけ装置が高価になり、後者の場合は、検出できる光量に制限があるため、レーザ距離測定装置に使用した場合には、測定できる距離が短くなるというような問題点があった。

## 【0009】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、電流増幅率の高い領域で安定して作動するアバランシェフォトダイオードを使用した光電変換回路、及びそれを使用したレーザ距離測定装置を提供することを課題とする。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するための第1の手段は、アバランシェフォトダイオードを用いた光電変換回路であって、当該アバランシェフォトダイオードに印加する逆バイアス電圧を調整する逆バイアス電圧調整部と、当該アバランシェフォトダイオードに流れる電流を測定する測定部と、前記逆バイアス電圧を調整し、当該アバランシェフォトダイオードに所定電流が流れる逆バイアス電圧（基準逆バイアス電圧）を検出する基準逆バイアス電圧検出部と、光電変換時に前記アバランシェフォトダイオードに印加する逆バイアス電圧を、前記検出された基準逆バイアス電圧に所定比を掛けた電圧に調整する逆バイアス電圧設定部とを有することを特徴とする光電変換回路（請求項1）である。

## 【0011】

本手段においては、非測定状態において、逆バイアス電圧調整部によりアバラ

ンシェフォトダイオードに印加する逆バイアス電圧を変化させ、基準逆バイアス電圧検出部により、アバランシェフォトダイオードに予め定められた所定電流が流れる逆バイアス電圧を検出する。これは、逆降伏電圧を測定していることと等価である。そして、測定の際には、逆バイアス電圧設定部により、逆バイアス電圧調整部を駆動して、アバランシェフォトダイオードに印加する逆バイアス電圧を、前記検出された電圧に所定比を掛けた電圧に調整する。これにより、逆降伏電圧が温度等により変化しても、電流増倍率を一定に保つことができ、安定した光検出が可能である。よって、高い電流増倍率を有する逆バイアス電圧で 사용할ことが可能となり、微弱な光を安定して検出することができる。

#### 【0012】

前記所定比は1より大きくすることもできるが、通常は1以下のとし、大きな電流が流れる電圧を検出し、それ以下の電圧で使用するようにした方が、安定な使用方法とすることができる。なお、所定比を1とした場合には、電圧調整手段は駆動されず、基準逆バイアス電圧がそのまま光電変換時の逆バイアス電圧として用いられる。

#### 【0013】

前記課題を解決するための第2の手段は、測定対象物に向けてレーザ光を放射し、レーザ光を放射したタイミングと、測定対象物から反射したレーザ光が受光されたタイミングの時間差を測定することにより、測定対象物までの距離を測定するレーザ測距装置であって、測定対象物から反射したレーザ光の受光を検出する回路が、請求項1に記載の光電変換回路を有することを特徴とするレーザ測距装置（請求項2）である。

#### 【0014】

本手段においては、前記第1の手段である光電変換回路を、測定対象物から反射したレーザ光を検出する回路に使用しているので、常に安定した、高い電流増倍率で反射光を検出することができる。従って、光検出回路の不安定に起因する測定誤差や検出不能状態の発生を防止することができる他、微弱な光でも安定して検出できるので、測定可能距離を長くすることができる。

#### 【0015】

前記課題を解決するための第3の手段は、前記第2の手段であって、前記逆バイアス電圧設定部を、測定開始の前毎、又は装置の電源が入ったとき毎に作動させることを特徴とするもの（請求項3）である。

#### 【0016】

前記第2の手段において、逆バイアス電圧設定手段を作動させるタイミングとしては、レーザ測距装置の電源が入ったとき毎、測定開始の前毎、所定時間毎、温度が所定以上変化する毎等、いろいろなタイミングが考えられるが、測定開始の前毎、又は装置の電源が入ったとき毎に行うのが、最も正確な結果を得ることができるので好ましい。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の例を、図を用いて説明する。図1は、本発明の実施の形態の1例である光電変換回路の概要を示す図である。この回路はMPU（マイクロプロセッサユニット）1を中心に構成されており、レーザ測距装置の一部を構成している。MPU1は、距離測定に関する制御も行っており、距離測定の回路も付属しているが、これらはすべて図示を省略している。

#### 【0018】

APD（アバランシェフォトダイオード）電圧設定回路2は、MPU1からの指令を受け、指令された値の逆バイアス電圧をAPD3に印加する。これによりAPD3には、印加された逆バイアス電圧に対応する電流が流れるので、それを電流検出回路4で検出し、A/D変換器5でデジタル値に変換してMPU1に入力する。

#### 【0019】

請求項1との関連を示すと、APD電圧設定回路2が逆バイアス電圧調整手段、電流検出回路4とA/D変換器5がアバランシェフォトダイオードに流れる電流を測定する手段、MPU1の中のプログラムが、基準逆バイアス電圧検出手段、逆バイアス電圧設定手段に相当する。

#### 【0020】

この回路の動作を、図2、図3を参照しながら説明する。図2は、MPU1の

動作の概要を示すフローチャートであり、図3は、APD3に印加される逆バイアス電圧と検出電流値、及び電流増倍率との関係を示すグラフである。

#### 【0021】

図2のフローチャートに記載される動作は、距離測定指令が入力されるごとに起動される。MPU1は、まず、APD3を流れる電流が所定値となる逆バイアス電圧を測定する。具体的には、APD電圧設定回路2に与える指令電圧値を段階的に増加して行くことにより、APD3に印加する逆バイアス電圧を段階的に増加し、その都度APD3を流れる電流を電流検出回路4を介して測定する。そして、検出された電流値と所定値との差が許容値内に収まったときの逆バイアス電圧を基準逆バイアス電圧とする。

#### 【0022】

図3を参照すると、前記所定電流値が $I_1$ であるとき、特性が実線で示されるような場合は、基準逆バイアス電圧は $V_1$ となり、特定が破線で示されるような場合は、基準逆バイアス電圧は $V_1'$ となる。

#### 【0023】

次に、MPU1は、求められた逆バイアス電圧（基準逆バイアス電圧）に所定比を掛けた電圧を決定し、それを測定に用いる逆バイアス電圧として、APD電圧設定回路2を介してAPD3に印加する。これにより、図3に示すように、特性が実線で示す状態にある場合は逆バイアス電圧は $V_0$ に、特性が破線で示す状態にある場合は逆バイアス電圧は $V_0'$ となり、APDの特性が実線で示す状態にあっても破線で示す状態にあっても、検出電流値は一定となる。このとき、図4に示すように、APD3の特性が実線で示すような状態であっても破線で示すような状態であっても、APD3の電流増倍率は一定値である $\alpha_0$ に保たれる。

#### 【0024】

なお、以上の説明においては、図2のフローチャートに記載される動作を、距離測定指令が入力されるごとに起動されるようにしていたが、レーザ測距装置の電源が入ったとき毎、所定時間毎、温度が所定以上変化する毎等、他の適当なタイミングで起動するようにしてもよい。

#### 【0025】



MPU1は、この状態で距離測定を実施する。すなわち、レーザダイオードよりパルスレーザ光を測定対象に向けて照射し、反射光をAPD3で検出し、パルスレーザ光の放射タイミングと反射光の検出タイミングのずれ時間から測定対象物までの距離を検出する。その際、APD3の電流増幅率が、温度が変化しても一定値である $\alpha_0$ に保たれているので、安定した測定が行われる。

#### 【0026】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明のうち請求項1に係る発明においては、アバランシェフォトダイオードを、高い電流増倍率を有する逆バイアス電圧で使用することが可能となり、微弱な光を安定して検出することができる。

#### 【0027】

請求項2に係る発明では、光検出回路の不安定に起因する測定誤差や検出不能状態の発生を防止することができる他、微弱な光でも安定して検出できるので、測定可能距離を長くすることができる。

#### 【0028】

請求項3に係る発明においては、最も適当なタイミングで、光検出回路の不安定に起因する測定誤差や検出不能状態の発生を防止することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の実施の形態の1例である光電変換回路の概要を示す図である。

#### 【図2】

MPUの動作の概要を示すフローチャートである。

#### 【図3】

APD3に印加される逆バイアス電圧と検出電流値との関係を示すグラフである。

#### 【図4】

APD3に印加される逆バイアス電圧と電流増倍率との関係を示すグラフである。

#### 【図5】

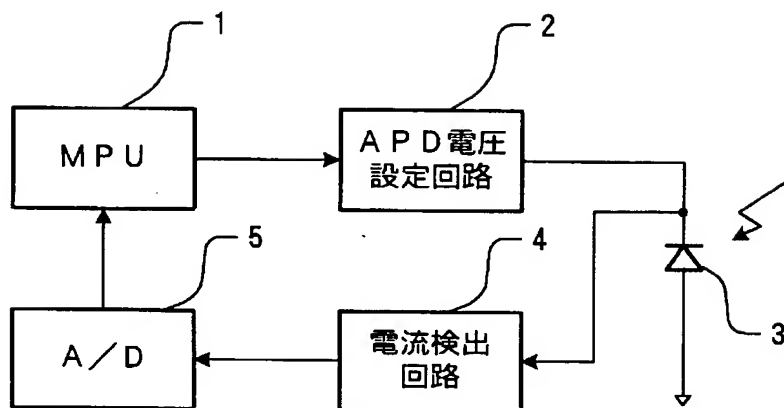
逆バイアス電圧と電流増倍率の関係を示す図である。

【符号の説明】

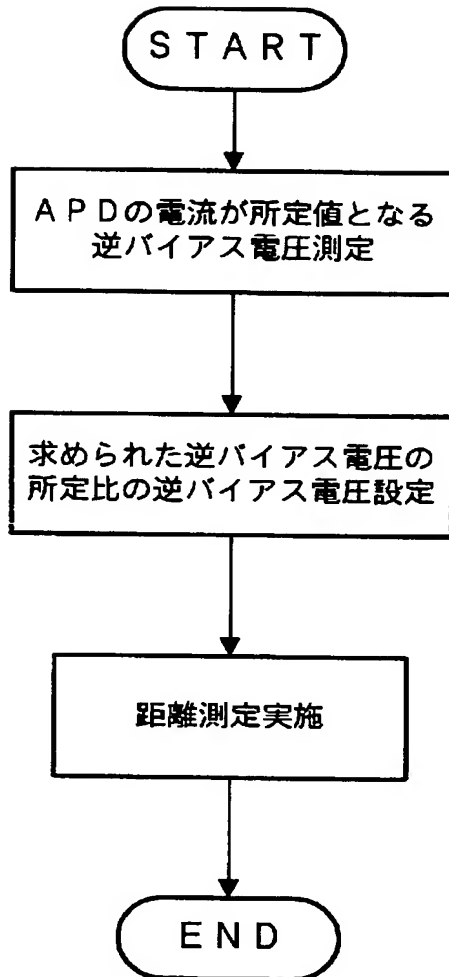
- 1 … M P U
- 2 … A P D 電圧設定回路
- 3 … アバランシェフォトダイオード
- 4 … 電流検出回路
- 5 … A / D 変換器

【書類名】 図面

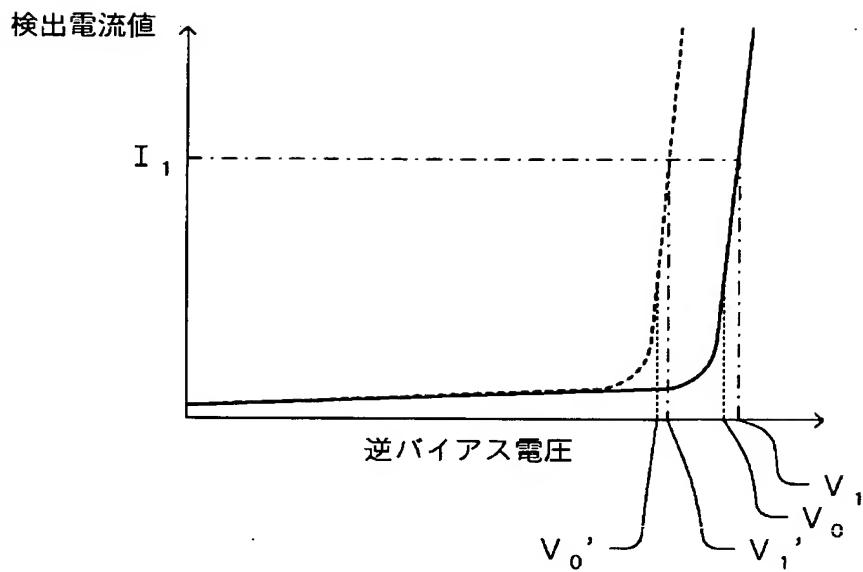
【図1】



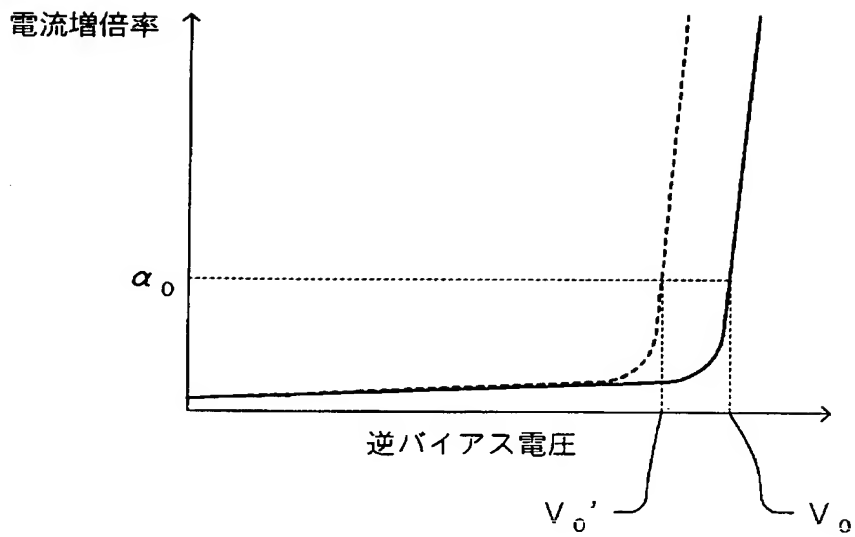
【図2】



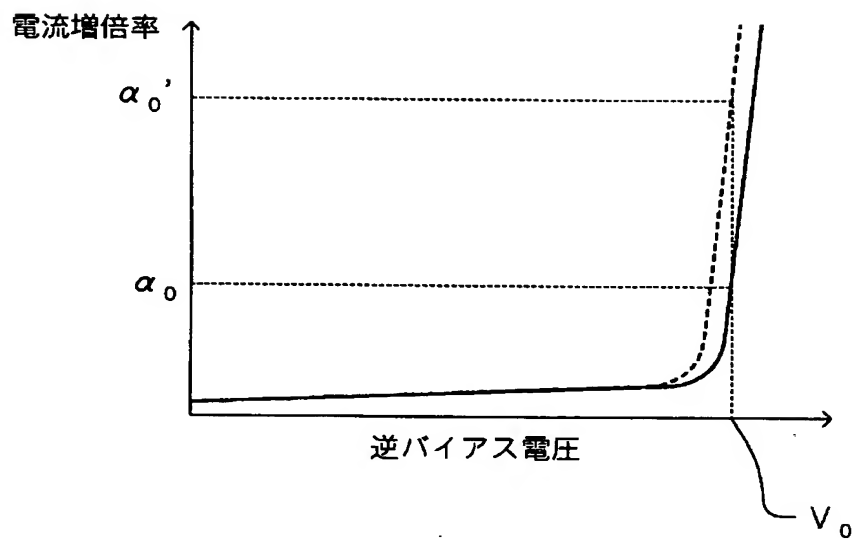
【図 3】



【図 4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電流増幅率の高い領域で安定して作動するアバランシェフォトダイオードを使用した光電検出器を提供する。

【解決手段】 APD電圧設定回路2に与える指令電圧値を段階的に増加して行くことにより、APD3に印加する逆バイアス電圧を段階的に増加し、その都度APD3を流れる電流を電流検出回路4を介して測定する。そして、検出された電流値と所定値との差が許容値内になったときの逆バイアス電圧を基準逆バイアス電圧とする。次に、MPU1は、求められた逆バイアス電圧（基準逆バイアス電圧）に所定比を掛けた電圧を決定し、それを測定に用いる逆バイアス電圧として、APD電圧設定回路2を介してAPD3に印加する。これにより、APD3の特性が変化しても、APD3の電流増倍率は一定値に保たれる。

【選択図】 図1



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 1 - 1 2 7 5 5 1
受付番号	5 0 1 0 0 6 0 9 2 0 2
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 3 年 4 月 2 6 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成13年 4月25日

次頁無

特願 2 0 0 1 - 1 2 7 5 5 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 1 1 2 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

氏 名

株式会社ニコン